

Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»  
Кафедра автоматики та телекомунікацій

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор

\_\_\_\_\_ Леонід БАЧУРІН

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ОК 28 Системи мобільного зв'язку

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти: перший бакалаврський

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка

Освітня програма Інформаційні та телекомунікаційні мережі

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни Системи мобільного зв'язку.  
(повна назва дисципліни)  
для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка.

«30» серпня 2023 року. – 8 с.

Розробники: доц. каф. АТ Анна ВОРОПАЄВА

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматики та телекомунікацій.  
( назва кафедри)

Протокол № 1 від «30» серпня 2023 р.

В.о. завідувача кафедрою АТ

\_\_\_\_\_

(підпис)

(Валерій ПОЦЕПАЄВ)

(прізвище та ініціали)

«30 » серпня 2023 р.

Схвалено науково-методичною комісією з галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації  
(шифр, назва)

Протокол № 1 від. «30» серпня 2023 р.

«30» серпня 2023 р. Голова

\_\_\_\_\_

(підпис)

(Вікторія ВОРОПАЄВА)

(прізвище та ініціали)

## 1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Нормативна	
Обсяг в кредитах ЄКТС	5	
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	150	
лекції:	32	
практичні заняття:	–	
лабораторні заняття:	32	
семінари:	–	
самостійна робота:	86	
Форма підсумкового контролю	Екзамен	
Дисципліну викладають	доц. каф. АТ Воропаєва Анна Олександрівна <a href="mailto:anna.voropaieva@donntu.edu.ua">anna.voropaieva@donntu.edu.ua</a> ст.викл.каф. АТ Ступак Гліб Володимирович <a href="https://wiki.donntu.edu.ua/view/Ступак_Гліб_Володимирович">https://wiki.donntu.edu.ua/view/Ступак_Гліб_Володимирович</a> <a href="mailto:glib.stupak@donntu.edu.ua">glib.stupak@donntu.edu.ua</a>	

### Передумови для вивчення дисципліни:

*Перелік дисциплін, які мають бути вивчені раніше:*

- Теорія телетрафіку
- Системи комутації та розподілу інформації.

*Перелік раніше здобутих результатів навчання:*

- Здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства;
- Здатність проводити роботи з керування потоками навантаження інформаційно-телекомунікаційних мереж.

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Знання, отримані студентами при вивченні дисципліни, використовуються в курсах дисциплін «Елементи та проектування мереж», виконанні курсових та бакалаврських кваліфікаційних робіт. Метою курсу є вивчення студентами сучасного стану засобів мобільного радіозв'язку, архітектури та функціонування систем персонального виклику і стільникового зв'язку.

*Загальні компетентності:*

- здатність планувати та управляти часом (ЗК-3).

*Фахові компетентності:*

- здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів з використанням універсальних пакетів прикладних програм (ФК-4).
- здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування, регулювання, дослідну перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів (ФК-10).

*Програмні результати навчання:*

**ПРН-1** аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов.

**ПРН-2** застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв'язання якісних і кількісних задач подібного характеру в інформаційно-комунікаційних мережах, телекомунікаційних і радіотехнічних системах.

**ПРН-6** адаптуватись в умовах зміни технологій інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

**ПРН-7** грамотно застосовувати термінологію галузі телекомунікацій та радіотехніки.

**ПРН-9** аналізувати та виконувати оцінку ефективності методів проектування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем.

### 3. Очікувані результати навчання

В результаті вивчення дисципліни «Системи мобільного зв'язку» студент має:

**знати** теоретичні положення курсу, принципи і стандарти проектування систем мобільного зв'язку, склад устаткування і характеристики систем безпроводового зв'язку, основні методи розрахунку енергетичних параметрів мобільних систем, особливості розповсюдження радіохвиль і типи вживаних антен.

**вміти:** формулювати вимоги до радіосистем залежно від класу трафіку і показників якості, оцінювати пропускну спроможність радіосистем рухомого зв'язку, користуватися сучасною науково-технічною інформацією стосовно досліджуваних проблем і завдань, використовувати отримані знання при виконанні кваліфікаційних робіт.

### 4. Засоби діагностики результатів навчання

Під час вивчення дисципліни "Системи мобільного зв'язку" використовуються наступні засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- стандартизовані тести;
- практичні завдання на лабораторному устаткуванні та в пакетах прикладних програм.

### 5. Критерії оцінювання результатів навчання

Лабораторні роботи та результати виконання розрахункової роботи оцінюються відповідно до розподілу балів, наведених у таблиці. Під час написання іспиту студент може отримати максимум 60 балів (білет містить 3 питання з питомою вагою по 20 балів кожне). Підсумковий максимальний бал, який може отримати студент - 100.

За вчасне виконання лабораторних робіт студент може отримати максимально 40 балів, за вірне, але невчасне виконання робіт студент може отримати максимально 24 бали. Детальний опис розподілу балів наведено в таблиці.

Лр.1	Лр.2	Лр.3	Лр.4	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
10/6	10/6	10/6	10/6	40/24	60	100

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре

60-73	задовільно
0-59	незадовільно

## 6. Програма навчальної дисципліни

### 6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1: Системи стільникового зв'язку.

- 1.1. Принципи функціонування систем стільникового зв'язку.
- 1.2. Ділення території обслуговування на комірки (соти).
- 1.3. Принципи повторного використання частот.
- 1.4. Склад систем стільникового зв'язку.
- 1.5. Алгоритми функціонування систем стільникового зв'язку.

Тема 2: Стандарт GSM

- 2.1 Історія розвитку стандарту.
- 2.2 Основні послуги.
- 2.3 Архітектура мережі GSM.
- 2.4 Мобільна станція.
- 2.5 Підсистема базових станцій.
- 2.6 Комутаційна підсистема мережі.

Тема 3: Основні принципи організації мережі GSM.

- 3.1 Внутрішні інтерфейси GSM.
- 3.2 Інтерфейси із зовнішніми мережами.
- 3.3 Географічні зони мережі GSM.
- 3.4 Повторне використання частот. Секторизовані комірки.
- 3.5 Канали сигналізації радіоінтерфейсу.

Тема 4: Структура кадрів в стандарті GSM.

- 4.1 Структура кадрів трафіку.
- 4.2 Структура кадрів управління.
- 4.3 Організація фізичних каналів
- 4.4 Мовне кодування.

Тема 5: Система мобільного зв'язку на основі технології CDMA.

- 5.1 Багатостанційний доступ з кодовим розділенням.
- 5.2 Кореляція і ортогональні функції Уолша.
- 5.3 Неортогональні псевдовипадкові функції.
- 5.4 Ортогональне розширення з використанням функцій Уолша.

Тема 6: Мережі на основі CDMA.

- 6.1 Загальні положення.
- 6.2 Архітектура мережі.
- 6.3 Канали трафіку та управління.
- 6.4 Кодування в прямому каналі.
- 6.5 Кодування в зворотному каналі

Тема 7: Хендовер

- 7.1 М'яка передача виклику і управління потужністю в системах CDMA.

- 7.2 Пілот-сигнал. Параметри хендоверу.
- 7.3 Процедура суміщеного м'якого хендовера.
- 7.4 Управління потужністю (прямої та зворотної лінії зв'язку).
- 7.5 Боротьба з багатолучевістю.

Тема 8: Системи мобільного зв'язку третього покоління.

- 8.1 Стандарти третього покоління.
- 8.2 Шляхи еволюції систем третього покоління.
- 8.3 IMT-2000.
- 8.4 Сервісні вимоги. Вимоги до спектру.

Тема 9: Система UMTS

- 9.1 Архітектура системи. Призначене для користувача устаткування.
- 9.2 Архітектура контролера радіомережі.
- 9.3 Центр комутації мобільного зв'язку.
- 9.4 Канали. Інтерфейси окремих ділянок.
- 9.5 Протоколи різних рівнів в системі UMTS.
- 9.6 Процедури сигналізації UTRAN.
- 9.7 Прикладний протокол взаємодії базових станцій.
- 9.8 Нотація сигнальних процедур. Процедура широкомовної передачі інформації.

Процедури сповіщення.

Тема 10. Системи мобільного зв'язку стандарту 802.16e.

- 10.1 Мобільний Wi-Max
- 10.2 Основні характеристики і властивості.
- 10.3 Основи ортогонального багатостанційного доступу з частотним розділенням каналів OFDMA
- 10.4 Структура і формування OFDMA-підканалів.
- 10.5 Антенні системи MIMO

Тема 11. Концепція LTE

- 11.1 Концепція побудови мереж четвертого покоління.
- 11.2 Стандарти. Основні послуги. Частотний діапазон.
- 11.3 Архітектура мереж LTE.
- 11.4 Протоколи прикладного рівня.
- 11.5 Організація м'якої передачі виклику.

## 6.2. Теми практичних занять

Не передбачені відповідним навчальним планом

## 6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		Д.ф.н.
1	Дослідження ємності осередку системи мобільного зв'язку (тема 1 та 2)	8
2	Дослідження кластера системи мобільного зв'язку (тема 3 та 4)	8
3	Множинний доступ з кодовим поділом на основі ортогональних функцій Уолша (тема 5 та 6)	8
4	Множинний доступ з кодовим поділом на основі	8

	неортогональної псевдовипадкової функції (тема 7 та 8)	
...	<b>Усього годин</b>	32

#### 6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
		Д.ф.н.
1	Тема 1. Системи стільникового зв'язку.	8
2	Тема 2. Стандарт GSM.	8
3	Тема 3 Основні принципи організації мережі GSM.	8
4	Тема 4. Структура кадрів в стандарті GSM.	8
5	Тема 5. Система мобільного зв'язку на основі технології CDMA.	8
6	Тема 6: Мережі на основі CDMA.	6
7	Тема 7: Хендовер.	8
8	Тема 8: : Системи мобільного зв'язку третього покоління.	8
9	Тема 9: Система UMTS	8
10	Тема 10: Системи мобільного зв'язку стандарту 802.16e.	8
11	Тема 11: Концепція LTE	8
...	<b>Усього годин</b>	86

#### 6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

не передбачено навчальним планом

### 7. Література

#### 7.1. Основна

1. Семенова О. О. Системи рухомого зв'язку : навчальний посібник / О. О. Семенова, А. О. Семенов, В. С. Белов. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 185 с.
2. Сукачѳв Э.А. Сотовые сети радиосвязи с подвижными объектами: учеб. пособ. /Сукачев Э.А. – [3-е изд., перераб. и дополн.]. – Одесса: ОНАС им. А.С. Попова, 2013. – 256 с.
3. Сайко В.Г., Амірханов Е.Д. Основы мережі цифрового радіозв'язку і радіодоступу нового покоління. – К.: ДУТ, 2015. – 77 с

#### 7.2. Допоміжна

1. Гнатушенко, В.В. Системи супутникового та стільникового зв'язку [Текст]: навч. посіб. / В.В. Гнатушенко, О.О. Дробахін, В.М. Корчинсь-кий. – Д.: РВВ ДНУ, 2012. – 80 с.
2. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.: іл.
3. Олейник В.Ф., Сайко В.Г., Булгач С.В. Радиотелекоммуникационные технологии мобильных систем: теоретические основы и практическое применение. Том 1. Системы сотовой подвижной радиосвязи// Учебно-методическое пособие. Киев. – ГУИКТ, 2004. – 308с.

7. ДСТУ 2617-94. Електрозв'язок. Мережі та канали передавання даних. Терміни та визначення.

8. ДСТУ 3254-94. Радіозв'язок. Терміни та визначення.

9. ДСТУ 2874-94. Системи оброблення інформації. Бази даних. Терміни та визначення.

### **7.3. Методична**

1. . Методичні рекомендації до виконання Лабораторних з дисципліни Системи мобільного зв'язку (заплановано до видання в 2023/2024 навч році)

### **8. Інформаційні ресурси**

1. Електронні підручники [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.culonline.com.ua/index.php>. – Назва з титул. екрана.

2. Google Академія [Електронний ресурс]: Google scholar. – Режим доступу: <https://scholar.google.com.ua/>. – Назва з титул. екрана.

3. Електронний архів ДонНТУ [Електронний ресурс]: EA.DonNTU. – Режим доступу: <http://ea.donntu.edu.ua/>. – Назва з титул. екрана.

4. Закон України «Про телекомунікації».